



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS

“INFLUENCIA DEL TIEMPO DE RESIDENCIA Y RATIO H_2O_2/CN^- EN LA REDUCCIÓN DE CIANURO DE EFLUENTES MINEROS PROVENIENTES DEL C.P. ALGAMARCA – CAJAMARCA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Denis Ronald Moncada Arribasplata

Asesor:

Mg. Ing. Gary C. Farfán Chilicaus

Cajamarca – Perú
2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Limitaciones	13
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo General.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases Teóricas.....	18
2.3. Definición de términos básicos.	33
2.4. Hipótesis	37

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	38
3.1. Operacionalización de variables	38
3.2. Diseño de investigación.....	39
3.2.1. Según el propósito: Aplicada	39
3.2.2. Según el diseño de investigación: Experimental	39
3.2.3. Según el tipo de investigación experimental: Experimental pura.....	39
3.3. Unidad de estudio	40
3.4. Población	40
3.5. Muestra	40
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	42
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	42
3.6.2. Instrumentos y materiales.....	42
3.6.3. Procedimiento de recolección de datos	43
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	45
CAPÍTULO 4. DESARROLLO	46
4.1. Protocolo de trabajo.	46
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	48
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....	49
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS.....	53
LINKOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N° 01. Definición operacional de las variables.....	38
TABLA N° 02. Esquema del proceso experimental - puro	39
TABLA N° 03. Sistema de coordenadas de la extracción de la muestra	41
TABLA N° 04. Rutas de acceso.....	42
TABLA N° 05. Concentración de cianuro después de realizar los ensayos ($C_i = 74.6$ ppm)	48
TABLA N° 06. Porcentaje de reducción de cianuro ($C_i = 74.6$ ppm)	48
TABLA I. Resultados de la concentración de cianuro después de realizar los ensayos (C_i $= 74.6$ ppm).....	56
TABLA II. Tabla resumen del Porcentaje (%) de reducción de cianuro de efluente minero por la influencia del tiempo de residencia y del ratio H_2O_2/CN^-	57
TABLA III. Reducción de cianuro por la influencia del tiempo de residencia y del ratio H_2O_2/CN^- de efluente minero del C.P. Algamarca – Cajamarca	60
TABLA IV. Cuadro resumen del análisis de varianza para la reducción de cianuro de efluentes mineros provenientes del C.P. Algamarca – Cajamarca, 2017	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 01. Diagrama de Eh – pH para el sistema $CN^- - H_2O$ a 25°C.....	22
FIGURA N° 02 Cinética de oxidación de cianuro libre por Peróxido de Hidrógeno usando y no usando catalizador de cobre (pH: 10.5 y 25°C)	23
FIGURA N°03: Ubicación del área de influencia directa del proyecto.....	40
FIGURA N° 04: Procedimiento experimental de la reducción de cianuro de efluente minero	45
FIGURA N° 05: Resultados de la Concentración de cianuro después de realizar los ensayos ($C_i = 74.6$ ppm) con la influencia del tiempo de residencia y el ratio H_2O_2/CN^-	49
FIGURA N° 06: Resultados del porcentaje de reducción de cianuro después de realizar los ensayos ($C_i = 74.6$ ppm) con la influencia del tiempo de residencia y el ratio H_2O_2/CN^-	50

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
FOTO N°01. Ubicación del C.P. Algamarca, distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, Cajamarca	67
FOTO N°02. Fotografía de minería ilegal y foco de contaminación ambiental en el del C.P. Algamarca, distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, Cajamarca	68
FOTO N° 03. Toma de muestra en efluente minero proveniente del C.P. Algamarca, distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, Cajamarca	69
FOTO N°04. Medición de parámetros iniciales de trabajo	71
FOTO N°05: Adición de Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)	71
FOTO N°06: Agitación en tiempos de residencia preestablecidos	72
FOTO N°07: Medición de la concentración de cianuro a tiempos preestablecidos	72

RESUMEN

Se estudió la influencia del tiempo de residencia y ratio H_2O_2/CN^- sobre el porcentaje de reducción de cianuro de efluente minero proveniente del C.P. Algamarca – Cajamarca.

El estudio experimental se realizó utilizando una solución cianurada sometida a diferentes tiempos de residencia a 1.0, 2.5 y 4.0 horas, y diferentes ratio H_2O_2/CN^- a 0.5, 2.5 y 3.5 kg H_2O_2/kg CN^- , con una concentración inicial de cianuro de 74.6 ppm.

El resultado del estudio concluyó que la reducción de CN^- (concentración inicial: 74.6 ppm) a 1.0 hora y 0.5 kg H_2O_2/kg CN^- fue de 34.71 % (48.71 ppm CN^-) y a medida que ambas variables aumentaban, la reducción de cianuro también aumentaban, es así que se llegó a obtener una recuperación de 91.96 % (6 ppm CN^-) a un parámetro de 4.0 horas y 3.5 kg H_2O_2/kg CN^- de trabajo.

Los resultados son confirmados mediante análisis de varianza para un nivel de confianza de 95%. De esto se concluye que la reducción de cianuro por la influencia del tiempo de residencia es de $F_0 = 513.67$ es mayor al $F_{0.05;2;18} = 3.55$, y la influencia del ratio H_2O_2/CN^- es de $F_0 = 6982.21$ es mayor al $F_{0.05;2;18} = 3.55$ y con la influencia del tiempo de residencia y ratio H_2O_2/CN^- es de $F_0 = 104.77$ es mayor al $F_{0.05;4;18} = 2.93$, obtenido de manera tabular. Esto confirma la aceptación de la hipótesis alterna, por lo tanto, la influencia del tiempo de residencia y el ratio H_2O_2/CN^- de manera individual como en conjunto si afectan significativamente en la reducción de cianuro.

ABSTRACT

The influence of the residence time and H_2O_2/CN^- ratio on the percentage of cyanide reduction of the effluent from the C.P. Algamarca - Cajamarca.

The experimental study was performed using a cyanide solution subjected to different residence times at 1.0, 2.5 and 4.0 hours, and different H_2O_2/CN^- ratio at 0.5, 2.5 and 3.5 kg H_2O_2 /kg CN^- , with an initial concentration of cyanide of 74.6 ppm.

The results of the study concluded that the reduction of cyanide (Initial concentration = 74.6 ppm) at 1.0 hour and 0.5 kg H_2O_2 /kg CN^- was 34.71% (48.71 ppm CN^-) and as both variables increased, the reduction of cyanide also increased, so a recovery of 91.96% (6 ppm CN^-) at 4.0 hours and 3.5 kg H_2O_2 /kg CN^- .

The results are confirmed by analysis of variance for a confidence level of 95%. From this it is concluded that the reduction of cyanide by the influence of the residence time is $F_0 = 513.67$ is greater than $F_{0.05; 2; 18} = 3.55$, and the influence of the H_2O_2/CN^- ratio is $F_0 = 6982.21$ is greater To $F_{0.05; 2; 18} = 3.55$ and with the influence of residence time and H_2O_2/CN^- ratio is $F_0 = 104.77$ is greater than $F_{0.05, 4, 18} = 2.93$, obtained in a tabular manner. This confirms the acceptance of the alternative hypothesis, therefore, the influence of the residence time and the H_2O_2/CN^- ratio individually as a whole if they significantly affect cyanide reduction.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Adams, m. (2016). *Gold Ore processing*. Amsterdam: ELSEVIER.
- Aprueban Disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. (2014). DS. N° 002-2014-MINAM. Lima: Diario el Peruano.
- Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad Ambiental (ECA) para agua. (2009). DS. N° 023-2009-MINAM. Lima: Diario El Peruano.
- Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. (2013). DS. N° 002-2013-MINAM. Lima: Diario El Peruano.
- Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. (2008). DS. N° 002-2008-MINAM. Lima: Diario El Peruano.
- Arévalo, C. (2012). *Control de efluentes cianurados mediante la oxidación con Peróxido de Hidrogeno en un laboratorio de análisis de minerales*. Lima: Universidad Nacional Mayor de san Marcos.
- Bonan, A., Teixeira, L., & Kohler, H. (2014). *Kinetics Of The Oxidation Of Free And Copper Cyanides In Aqueous Solutions With Hydrogen Peroxide*. In: J. P. Hager. (Org.). *Extraction and Processing for the Treatment and Minimization of Wastes*. Pennsylvania,: The Minerals, Metals and Materials Society.
- Bower, W., & Bazhko, O. (2015). *A reflection on the Minataur gold refining technology - past, present and future*. Johannesburg: Institute of Mining and metallurgy .
- Carranza, J., & Zambrano, f. (2014). *Influencia de la dosificación de cloro y peróxido de hidrógeno sobre el contenido final de cianuro total en el tratamiento de aguas en minera Yanacocha S.R.L*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Dammert, A., & Molinelli, F. (2013). *Panorama de la minería en el Perú*. Lima, Perú: Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería.
- Decreto Legislativo que establece disposiciones para el proceso de formalización de las actividades de pequeña minería y minería artesanal. (2012). D.L. N°1105. Lima: CONGRESO-GOB-PE.
- Delgado, J., & Ortiz, J. (2013). *Estudio de procesos de neutralización del cianuro presente en los residuos del proceso de lixiviación de minerlas auríferos en el distrito minero de Vetas California*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

- Fernández, B. (2012). *Desarrollo de un nuevo método para la eliminación de cianuro de aguas residuales de mina*. Oviedo: Univerisidad de Oviedo.
- Figueredo, M., Lubián, T., Alcalá, R., Cortés, N., Hidalgo, E., & Martín, D. (2012). *Alternativas de tratamiento de efluentes mineros cianurados en el procesamiento de menas auríferas*. Cuba: IV Congreso Cubano de Minería.
- Gaviria, A., & Meza, L. (2014). *Análisis de alternativas para la degradación del cianuro en efluentes líquidos y sólidos del municipio de Segovia, Antioquia y en la planta de beneficio de la empresa mineros nacionales, municipio de Marmato, Caldas*. Caldas: Universidad Nacional de Colombia.
- Gold, I. (2014). *Cyanide*. Gold Issues Briefing Book.
- Gómez, P. (2012). *Degradación de cianuros mediante oxidación química en efluentes industriales*. Oviedo: Universidad de oviedo.
- Gonzales, S. (2014). *El cianuro es tóxico y letal*. Patagonia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos. (2014). *Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM*. Lima: MINAM-GOB-PE.
- Guía para muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. (2014). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*. Lima: MINAM-GOB-PE.
- Jumbo, X., & Nieto, D. (2014). *Tratamiento químico y biológico de efluentes mineros cianurados a escala laboratorio*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Kurmoto, J. (2001). *La minería artesanal e informal en el Perú*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE).
- Mamani, Ó. (2013). *Implementación de procesos de destrucción de cianuro con sulfato ferroso y peroxido de hidrogeno*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mooiman, M., Sole, K., & Dinham, N. (2016). *The precious metals industry: global challenges, reponses and prospects*. Pensilvania: Sustainability: Global Challenges.
- Reglamento de protección y gestión ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. (2014). *DS. N° 040-2014-EM*. Lima: Diario El Peruano.
- Reyes, I. (2015). *Procesamiento de Minerales II*. Trujillo: Universidad nacional de trujillo.
- Yupari, A. (2014). *Pasivos ambientales mineos en Sudamérica*. Lima: CEPAL, Instituto federal de Geociencias y Recursos Naturales. BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN.

LINKOGRAFÍA

Alibaba, Spanish. (2013). *laboratory Cyanuration*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-gs/best-quality-denver-d12-laboratory-cyanuration-machine-1953959403.html>

Blogspot. (Octubre de 2014). Procesamiento de minerales. Obtenido de Procesamiento de minerales: <http://procesaminerales.blogspot.pe/2014/10/cinetica-cianuracion.html>

Carranza, H. (2013). Definicionabc. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/ciencia/oxidacion.php>

Carrión, H. (2014). Degradación del cianuro. Obtenido de http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/degradacion_cianuro_sodio

Cruzado, L. (2015). Cytec. Obtenido de <http://www.cytec.com/>

Deloya, M. (2015). El mundo. Obtenido de <http://www.elmundo.es/diccionarios/>

Rodriguez, A. (2013). Reacción química. Obtenido de <http://definicion.mx/reaccion-quimica/>